

受粉と結実の観察教材「カボチャ」に替わる教材の提案

— 雄生不稔植物の教材化 —

渥美 茂明・笠原 恵

兵庫教育大学大学院学校教育研究科自然・生活教育学系

要 旨

カボチャやヘチマは大きな単性花を付けることから、受粉と結実の関係を学習する単元で教材として用いられてきた。兵庫県内で用いられている啓林館の教科書では、カボチャが花の作りの主教材としても用いられている。ウリ科では単性花はありふれた特質であるが、被子植物全体ではまれな性質である。単性花の発生過程の特質によって、カボチャの雄花はおしべが花の中心にめしべのように存在する変則的な構造をとる。このようにウリ科植物の花を被子植物の花の典型として扱うことは不適切である。

カボチャとヘチマは多数の雄花を付ける一方、まれにしか雌花を付けず、十分な数の雌花を用意して授業に臨むことは難しい。さらに、カボチャは早朝に受粉・受精能力のピークを迎え、授業が始まる頃には衰えてしまうことも欠点といえる。何より、カボチャは大きく成長し、教室内に持ち込んで授業を行うことが困難である。

カタバミの雄性不稔系統を用いれば、上述の欠点を回避することができる。カタバミは小型の花を付けるが、植物も小さく、教室の持ち込むことは容易である。カタバミの花は日射を受けて開き、授業時間中、開き続ける。雄性不稔株の花は、雌花と同様に扱うことが可能で、両性花であるにもかかわらず、除雄することなく交配実験を行うことが出来る。さらに、短時間のうちに結果するので授業の進行を妨げることが少ないなど、多くの利点を生かして授業を展開することができると考えられる。

序 論

生物が子孫を殖やす仕組みについて、小学校理科では植物（被子植物）を題材にして学習が行われる。魚類やヒトを題材としては、有性生殖は扱われず、胚発生のみを取り扱うこととされている（小学校学習指導要領第2章第4節「理科」（平成10年））。児童は植物の花の構造を学び、おしべの葯で作られた花粉がめしべの柱頭に付着すること（受粉）によって、めしべの基部にある子房の中に種子が作られ、

同時に子房が肥大成長して果実となる過程を観察している。以前は、小学校3年で花の構造を学び、小学校5年ないし小学校6年（昭和55年施行の学習指導要領やそれ以前の学習指導要領）で、植物の生殖の中から受粉と結実の関係を学習するように定められていたが、平成元年の小学校学習指導要領以後、花の構造と受粉は同一の単元で取り扱われるように変更された。

現行の小学校学習指導要領（以下、学習指導要領）

出版社	啓林館	信濃教育	教育出版	学校図書	大日本	東京書籍
受粉と実の成長に関する主教材植物	オモチャカボチャ	カボチャ	ヘチマ(ヒョウタン)	ヘチマ	アサガオ	ヘチマ
受粉と実の成長に関する副教材植物		アサガオ	アサガオ		ツルレイシ	アサガオ
花のつくりに関する主教材植物	オモチャカボチャ	カボチャ・イネ	ヘチマ(ヒョウタン)	ヘチマ	アサガオ	ヘチマ
花のつくりに関する副次的教材植物	アブラナ・オクラ・ユリ	アサガオ	アサガオ	アサガオ	ツルレイシ	アサガオ
花粉を観察している植物	カボチャ・コスモス・マツ・スギ・トウモロコシ	カボチャ・ヘチマ・アサガオ・オオマツヨイグサ・ユリ・ツユクサ	ヘチマ・アサガオ・ヒョウタン	ヘチマ・ヒマワリ・トウモロコシ・スギ	スギ・トウモロコシ・ヘチマ・コスモス	ヘチマ・アサガオ・トウモロコシ
実施時期	6-7月	7-8月	9月	7月	9月	9月

表1. 小学校理科5年の「花から実へ」の単元で使われる教材植物の一覧。現在小学校理科の教科書を出版している6社の平成17年度用教科書の該当単元を受粉と実の成長、花のつくり、および花粉の観察の3つに分け、それぞれで取り上げられている植物を比較した。受粉と実の成長に関する副教材とは、アサガオならば除雄の方法を記述した説明があること、あるいは、ウリ科の植物ならば袋かけによる受粉の阻止について記述がある物を取り上げた。

では第5学年の理科の単元、「A 生物とその環境」において「(1) 植物を育て、植物の発芽、成長および結実の様子を調べ、植物の発芽、成長および結実とその条件についての考えを持つようにする」とされている。成長および結実とその条件について、「花にはおしべやめしべがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になり、実の中に種子が出来ること」を学習すると定めている。多くの教科書で単性花を付けるカボチャやヘチマを主たる教材として、この単元を取り扱っている(表1)。兵庫県の公立学校で採用されている啓林館の教科書(平成18年度現在)では、カボチャを教材にこの単元を学習するように編集されている。

単性花が唯一の教材ではない—昭和44年5月の小学校指導書理科編でも、第5学年の内容「A生物とその環境」の(1)のウ「花粉がめしべに付くと、子房が実になること」と現行と同様の内容を学習するとされている。しかし、この指導書では、内容の解説に、材料についての言及があり、「自家受粉でない草花を選ぶのがよく、児童が実験しやすいように、大型の花で雌雄異花のものが適当である」とされ、ウリ科の植物の利用が暗示されている。現行の学習指導要領や学習指導要領解説理科編では、教材とする植物種については特段の言及はないが、ウリ科の植物を使わない教科書は大日本図書「楽しい理科」(5年上)のみである。この教科書では、アサガオの除雄の方法を図示して、両性花を使った実験を中心に単元を展開している。

本稿では、受粉と結実の学習教材としてよく使われているウリ科植物、とりわけカボチャの花芽分化と雌雄分化について検討を行い教材としての適正を論じる。さらに、ウリ科植物の花を教材としたときの欠点を持たない新規な教材植物を提案する。

本 論

単性花を使って花の構造を学ぶことの問題—啓林館の教科書「わくわく理科5上」の「花から実へ」と題した単元では、カボチャの利用が徹底されている。花の構造の学習もカボチャの単性花の作りを中心に展開され、「1つの花に、めしべとおしべがそろったものもあるよ」と両性花について言及し、単性花に対して両性花が副次的扱いとなっている。しかし、カボチャの花は、両性花として発生し、成長の途上でめしべの発達が停止すると雄花に、おしべの発達が停止すると雌花になる(写真1)。実際に

は、様々な状態の未発達なめしべやおしべが観察されると共に、成長の終盤には両性花を形成することも知られている(Nitschら, 1952)。

カボチャの花の発生が両性花から始まるように、被子植物の花の原型は、両性花であると考えられている。すなわち、クロンキスト(Cronquist, 1981)の系統進化・分類体系が想定する原始的な花は、高度に重複した花被、雄蕊および雌蕊を持つ両性花である。花を構成する各要素が多重の同心円(輪生帯)の外側から内側に向かって、花被、雄蕊、雌蕊の順に形成され、中心には常に雌蕊が存在するのが進化した花の構造である。

カボチャの雄花は、中央に一塊のおしべが存在するように見え、被子植物の花の構造の原則から外れているように見える。詳細に観察すれば、一塊のおしべに見えるのは、葯の集合体であり、根元の花糸を観察すれば、円形に並んだ3本のおしべが寄り集まって中央に一つのおしべが存在するように見えていることが分かる(写真1)。このような観察を可能とするのは、被子植物の花の普遍的な構造に関する知識を必要とする。花に関する普遍的な知識を得るためにカボチャやその他の単性花を用いることは不適切であると言えるだろう。

1つの個体内に単性花、すなわち雌花と雄花を持つ植物種は、被子植物のたかだか7%に過ぎず、およそ被子植物の72%は両性花をつけると言われている(Dellaporta and Calderon-Urrea, 1993)。しかも、雌雄異花の植物は特定の分類群に集中せず、さまざまな分類群に分布している。これは、雌雄異花の植物それぞれが、独立に先祖種からさまざまな遺伝的変異によって生じたことを示している(Ainsworth et al, 1998)わけであるから、単性花をつける点でカボチャは被子植物の中でも特殊な生き物であると言えることが出来る。

花の作りを学ぶことは、植物種ごとの花を構成する部品の名前を覚えることではない。すなわち、「カボチャの雌花には3枚の花弁と中心の雌蕊、雄花には3枚の花弁と中心に3本のおしべがある」ことを覚えさせることではない。花の作りを学ぶことは、全ての花に共通する花の構成要素の配列の原則を理解することである。特異な単性花を用いるのではなく、教材として用いるべき花は普遍的な両性花であるべきである。通常は両性花をつけながら、特定の系統(品種)は単性花の特質を持つ花をつけるような植物を開発できれば、花のつくりと被子植

物の生殖を一体の単位として展開することが容易になり大いに有益であると言える。

「カボチャ」の特性

学習指導要領の記述を受けて、理科教科書には、花粉がめしべの柱頭に付着した結果、果実が肥大し、その中に種子が出来ることを確かめる実験などが記述されている。そして、上述のように、ほとんどの小学校理科の教科書では、カボチャを主教材とするもの2例、ヘチマを主教材とする例3つで、ウリ科の単性花を材料とした説明がされている。

受粉と結実の制御— 昭和44年5月の小学校指導書理科編に指摘されているように、大型の単性花を付ける植物を用いて受粉と結実の関係を調べると、人工授粉の操作が容易になることは容易に予想される。「カボチャの花は大きく、人工授粉の操作は容易で、良い結果を得るのに特別な熟練を必要としない。その方法は、夕方に翌朝開花する雄花と雌花とを選び、その花弁の先端に小さな輪ゴムをかけるか、またはパラフィン紙袋で被覆する。開花当日の早朝、雄花の花弁を除去し、吹き出した花粉を雌ずいの橙色の柱頭上に一様になすりつける。」(早瀬, 1974) だけである。単性花ならば開花前の除雄を必要とせず、大きな花を付けるカボチャが用いられてきたのは理解できることである。

袋かけの問題点— 授業実施前日に、開花直前のカボチャの雌花を適当な袋で覆えば、授業では受粉していない花を得ることが出来る。未受粉の柱頭に人工的に花粉を着けて受粉させることも、そのまま、覆いを取らずに未受粉のままに置くことも容易である。しかし、カボチャに限らず植物の栽培や観察に慣れないものにとって、どのような蕾が明日開花するのか、なかなか確信が持てない。確信が持てないために、開花までまだ数日あるような蕾にまで袋かけを行いがちである。教科書やその指導書にあるようにビニール袋で覆うと、袋の中は一段と高温多湿になり、蕾は損なわれがちである。

鉢植えの小型の植物ならば、室内に置くことで、訪問昆虫による受粉を避け、受粉を制御することが容易になるばかりでなく、手元で観察や実験を行うことが出来る。小型で除雄の操作を省ける単性花に近い形質を供えた植物が得られれば、特別な技能を待たないものにも容易な教材となることが期待される。

開花時刻と受粉受精力の変化— からだが長大に成長する点を除くと、カボチャは単性花を付け、交

配に除雄の手続きを必要とせず、食べられる果実を付けるなどの利点がある。しかし、カボチャの開花特性には大きな問題点がある。それは、カボチャは早朝、夜明け前に開花を完了するため、夜明けにはすでに花被が萎凋し始めているものもあることである(写真2)。戸外では、カボチャの蕾は昼夜の明暗リズムに従って成長し、開花前日の夕方からの暗期を経験することで開花する(早瀬, 1974)。従って、前日の夕方から人工照明下に置き、暗期の開始を遅らせることが出来れば、開花が遅延させられる。しかし、カボチャのような長大に成長する植物に照明を当てて、長日条件に置くのは大がかりな設備が必要となり、現実的ではない。

花粉の発芽力は開花時にはすでに相当低下していると報告されている(早瀬, 1956)。一方、柱頭の受精力は開花時に最も高くその後急速に減少することが知られている(早瀬, 1974)。ニホンカボチャ(*C. moschata*)を使って授粉の成功率を測定した研究をもとに、人工授粉による結果率は、午前9時にはすでにおよそ30%に低下し、正午までにはほぼ10%以下に低下するとされている(早瀬, 1974)。教科書会社が発行する指導書(啓林館, 理科5年上指導書 第2部詳説, 2005)に、カボチャの交配は始業後間もない9時頃までに済ますように書かれているが、以上のような生理学的な背景が存在する。

カボチャを使用すると、交配の実験には時間的な制約が生じる。早朝夜明け前から開花する植物ではなく、日中に開花する性質を持つ植物を使うことで、交配の実験に時刻の制約を受けなくする事が可能となるはずである。

雌花の数が少ないこと— カボチャやヘチマでも葉腋毎に花を付けるが、雄花に比べ雌花の出現する数は少ない。カボチャはヘチマに比べ食料として重要な地位を持ち、生産量も多いので、様々な研究が盛んに行われ詳細な知見が蓄積されてきた。特に、雌花の数を増加させることや栽培早期に雌花を着花させることを目指した研究は、収益性に関わる研究として詳細にわたっている。

ニホンカボチャを用いた施肥と灌水による性表現への影響を調査した研究(Hopp, 1962)によれば、窒素多肥と灌水の制限により生育を促進すると雌花の着生が早まり、その数も増える。すなわち、生育の促進は、花芽分化の進行も促進する。しかし、植物は外的要因に支配されながら成長する。考慮しなければならない条件は多岐にわたるが、特に日長

と気温は植物の成長に大きな影響を及ぼすことは、容易に想像できる。ニホンカボチャは短日条件に置くと、成長の遅延とともに雌花の分化の促進が観察された。一方セイヨウカボチャ (*C. maxima*) では、低温が雌花の分化を早めると言われている。このような感受性の違いは、ニホンカボチャとセイヨウカボチャの原産地の差を表していると考えられている (早瀬, 1974)。ニホンカボチャの原産地は、中央アメリカの熱帯地域ある一方、セイヨウカボチャは南アメリカの高冷地である。

花芽の雌雄分化の特性— ところが、いざ、授業を行おうとすると、予定した時期に (日時に) 必要な数の雌花が咲かないことがしばしば起きる。カボチャもヘチマも栽培初期には雄花ばかりを着け、雌花を着けることはほとんど無い (Nitschら, 1952)。

啓林館は、「平成14年度用小学校教科書理科科学年別の特色」と題した小冊子の中で5年の特色として、受粉・結実の学習で扱う植物の主教材を、オモチャカボチャにしました。雌花が多く咲き、果実のバリエーションも魅力です。」と書いている。しかし、オモチャカボチャ (*C. pepo*) でも栽培初期には雄花が優先し、26℃、14時間日長時間の長日条件に保った人工環境下では6週で、20から26節を形成し、葉腋ごとに花芽を分化したが、雌花をつけなかった。

キウイフルーツ (オニマタタビ *Actinidia chinensis*) のように咲く花が全て雄花であったり、雌花であれば、花が咲かないために思うように授業が計画できないと言うことはなくなるだろう。しかし、キウイフルーツのように慌ただしく一斉に咲いてしまうと、授業計画の自由度は全くなくなる。1株に雌花ばかりが次々と間断なく咲くような植物を作り出すことが出来ると、自在な授業計画を立てることが出来るだろう。

カボチャの欠点のまとめ

国内で作物として栽培されるカボチャはいずれも比較的大型の葉を多数着け、つる性の茎は長大になる。長大な茎を持つ植物には多数の花を期待できるが、鉢植えで栽培するのは技術的になかなか困難となる。あるいは、大きな植木鉢をいくつも教室に運び込むことは煩雑なことである。

上に指摘したように、カボチャが咲かせる雌花の数は雄花の数に比べ圧倒的に少なく、その数を人為的に増やすのはかなり困難である。さらに、カボチャ

の花が開くのは、早朝、日出前に始まり、日出時には萎れ始めさえする事はすでに指摘した。

代替教材としての「カタバミ」

カボチャに替わる植物として、前述のように室内におけるくらい小さな植木鉢で栽培でき、伸長してもせいぜい草丈10ないし20cm程度にしか伸びず、寒冷な時期を除いて通年開花し、小さくとも直径1cm程度の花を付ける植物を、我が国に自生する野生植物から探索すると、身近な植物としてカタバミ (*Oxalis corniculata* L.) に行き当たる (松田, 1999)。

路傍や植え込みにごく普通に見られるカタバミには、葉や茎などに赤色系の色素を持つものもある (アカカタバミ *Oxalis corniculata* f. *rubrifolia* (Makino) Hara) (写真3)。色素を持たない個体と持つ個体を用いて色素の産生に関する遺伝は、メンデルの再発見後、比較的早い時期にいわゆるメンデルの遺伝法則に従うと報告されている (Nohara, 1915)。カタバミは直径約1cm、大型のもので約1.5cmの黄色ないし梔色の小さな両性花を着ける。花は5枚のガク片と5枚の花弁からなる花被を持ち、10本のおしべが5本ずつ2つの輪生帯に配列する (2つの同心円上に配列する)。外側の輪生帯のおしべは短く、内側のおしべのおよそ半分の長さである。おしべの先端の小さな葯には黄色い花粉が生じる。花の中央にはめしべが存在する。めしべは5枚の心皮から成り、子房は5室を持ち、5ないし6の胚珠を作る。黄緑色の柱頭は5裂し、黄色い花粉の付着を容易に見分けることが出来る。

カタバミは自家受粉を行い稔性のある種子を作ることが出来る。昆虫の訪問を受けなくても、風などで花が揺らいで花粉が柱頭に飛び散れば受粉し、結実することが出来る。特に、柱頭と葯が同じ高さにある花 (等花柱花) では、効率よく自家受粉が起きる。

カボチャのように大きな花は着けないが、植物体は小さく、植木鉢で容易に栽培することが出来る。多数の鉢植えを、教室内に持ち込むのも極めて容易である。花粉を生産することが出来る株を、以下で野生株と呼ぶ。

カタバミの雄性不稔

何らかの遺伝的な理由によって稔性のある花粉 (小孢子) が作られないため有性生殖が阻害される現象は、植物界でも広く見いだされている (Kaul, 1988)。スイートコーンなどハイブリッドコーンは

身近な雄性不稔の遺伝子の利用例の1つである。このような雄性不稔を利用した1代雑種種子の生産は、イネ（Shinjo, 1969）をはじめさまざまな作物で試みられている重要な育種技術の1つであり、雄性不稔遺伝子の発見は技術的な展開をもたらす重要な第1段階である。

ここで紹介する雄性不稔の系統（OxKMT-HD）は1995年に熊本県本渡市広瀬で濱田登貴子氏（当時兵庫教育大学学生）が採集したカタバミの中から筆者の1人（渥美）が見いだした個体に由来する。鮮緑色の葉と葉柄を持ち、茎はわずかに赤みを帯び、鮮やかな黄色（クロムイエロー）の花を付ける。しかし、おしべの先端には白く萎んだ葯が存在するが黄色い花粉は全く存在しない。HD系統の花は内側のおしべの長さがはめしべのほぼ半分ほどしかない長花柱花である（写真3）。

この雄性不稔の性質は核に存在する2つの劣勢遺伝子（*hd1*, *hd2*）と、細胞質に存在する1つの遺伝子（*S*）に支配されている（森尾, 2002）。この雄性不稔系統に、野生株の花粉を使って人工授粉を行うと、ほぼ100%の確率で結果する。同じように2つの劣勢核遺伝子と1つの細胞質遺伝子の働きによって雄性不稔となる別の系統が福井県坂井市の東尋坊で採取したカタバミから見いだされている（渥美, 未公表データ）。

交 配

カタバミが開花するには日差しが必要である。カボチャと異なり、日中の日差しを受けて花が開くので、花の老化を心配する必要はないが、使用時までには十分な日差しが得られないと開いた花も閉じることがある。必要ならば蛍光灯を使い、5000ルクス以上の照明を行えば花を開かせることが出来る。日差しが弱まると、花は閉じる。花が開くのは通常1日であり、受粉した花は翌日に開くことはない。

HD系統のような雄性不稔の株を用いると、人工授粉は極めて容易である。当然、雄性不稔系統が受粉側となり、受粉力を持つ花粉を作る送粉株が必要である。送粉株に適するカタバミは周囲に容易に見つけることが出来る。開いた送粉株の花を切り取り、雄性不稔株の花に押しつけるようにすれば受粉させることが出来る（写真4）。十分な数の花粉を柱頭に付着させることが出来れば、1回の人工授粉で50粒を超える交配種子を得ることが出来る。

交配をした花と未交配の花にそれぞれ異なった色糸で目印を付け、そのまま室内において訪問昆虫を

避ければ、さらなる交配を防ぐことが出来る。必要ならば、防虫防霜用に販売されている（ポリエステルやポリプロピレン繊維の）不織布などの布地を防虫網代わりにして植木鉢を覆い、予期せぬ受粉を避けることが出来る（写真5）。なお、カタバミは単為生殖を行わない。結実には受粉が必須であるので、単為結果するキュウリと異なり、交配による結果・結実を確かめる実験に安心して用いることが出来る。

カタバミを用いた授業展開

カタバミを教材に用いた、花の作りと、受粉と結実の関係の学習を簡単に展開してみた。この単元の準備として、単元に入る2ないし3週間前から実験観察に使用するカタバミを防虫網の覆いをかけるか（写真5）、室内に置き、虫媒による受粉を阻止しておきたい。

花の作りの学習には野生株を用い、ガク片と花弁からなる花被に包まれた花を観察する。カタバミの花は上から見ると中央にめしべが、それを取り巻くように長短2種のおしべが2列の円形に配列しているのが見える。内側のおしべが長く、外側が短いことを観察することが出来る。

この観察を元に、教科書に書かれている花の断面図を再構成することは容易だ。

ここでは、ルーペなどでめしべの先端が細かい毛状突起に覆われいかにも花粉がつきそうな構造をしている様子を見ることが出来る。一方、おしべの先端のふくらみ（葯）は花粉にまみれているさまを観察することが出来る。花が開いてからの時間や、取り扱い方によっては、柱頭に黄色い花粉が付着しているのが観察される。野生株は防虫しておいても、自家受粉によって結実することを観察できる（等花柱の株では高頻度で結実が見られるが、長花柱の株では結実する頻度は若干低くなる）。

2. 花の作りを理解した後、雄性不稔株を使った交配実験に入る。雄性不稔株の姿を観察し花の咲き殻に果実が着いてないこと、次に、花を観察し、おしべの先端に花粉が存在しないことを確かめる。野生株との比較から、訪問昆虫が花粉を柱頭に運ぶ機会がないと結実しないことを予測させた上で、雄性不稔株の人工授粉を行う。野生株の花をつみ取り、雄性不稔株の花に押しつけ、受粉させる。授粉させた花に、色糸で印を付けた後、再び、植木鉢全体を防虫網などで覆い、虫媒による授粉を阻止する。

人工授粉後、毎日花の様子を観察しよう。受粉させた花はめしべの基部（子房）が次第に膨らみ、成

長する。およそ、11日で果実は成熟し、黒くなった種子を飛ばす準備が整うので、この日までに、交配の実験のまとめの授業を行い、果実の成長には花粉が柱頭に着く（受粉する）ことが必要であることを確かめる。

結 語

兵庫県で採用されている啓林館の理科教科書「わくわく理科5上」の「花から実へ」と題した単元では、カボチャの利用が徹底されている。この教科書ではカボチャを教材に花の作りと、受粉と結実の関係を学習するように編集されている。しかしカボチャを用いた花の作り学習が特殊な単性花の作りを中心に展開することや、雄花に比べ雌花の数が少ない上、開花の最盛期を早朝に迎える開花習性は、交配を伴う授業の展開には不適切であると論じた。

カボチャに変わる教材として、雄性不稔の性質を持つカタバミを提案した。雄性不稔の植物を用いれば、除雄などの特殊な技術を持たなくても、カボチャの雌花と同じように交配実験に用いることができる。一方、花粉形成の瑕疵によって雄性不稔になるため、おしべはほぼその形態を保っている。また、花粉親となる株の花はおしべもめしべもそろっているため、花の普遍的な形態を学ぶ教材として十分な素質を持っている。

カタバミは十分な施肥と栽培管理によって花を咲かせ続けるので、十分な数の花を用意することも容易である。またカタバミは、日差しを受けて花を開くので、花の開花に授業時間を無理にあわせる必要がなくなる点も、大きな利点である。

資 料

カタバミの栽培について カタバミの栽培について 雄性不稔のカタバミの系統は株分けで増殖することが出来る。カタバミは匍匐あるいは倒伏した枝の節から容易に発根し、新しい場所に定着する性質があるので、枝先を覆土して発根を促すような管理を行えば、個体を維持し続けることが出来る。灌水と適当な施肥を怠らなければ、気温が高く乾燥した夏期（7月中旬から9月初旬）と、寒冷な冬季（12月から3月初旬）を除き、通年成長し、開花し続ける。訪問昆虫が送粉するか、ヒトが人工的に受粉させない限り花は結実しないので（写真6）、稔性の花をつける植物体に比べ、多くの花芽をつけ盛んに開花し続ける。

葉の茂り方によって、灌水量と頻度を調節する必

要がある。通常の栽培状況では、3ないし4日ごとに十分な灌水を行えば十分である。また、1ないし2週に1回、液体肥料を指定濃度に希釈して与える。肥料切れになると、葉色も悪化するが、花芽の形成も悪くなるので、授業で使用する1ヶ月前から十分な施肥が必要である。

うどんこ病— うどんこ病は、白い菌糸が葉面を覆うように生える子嚢菌が、うどん粉をまき散らしたように見える病害である。蔓延すると植物の勢いをそぎ、開花しなくなるので、葉面に白い病斑を発見したら、ベンレート水和剤のようなうどんこ病防除の薬剤を散布して病害の拡大を抑える必要がある。

ハダニ— カタバミを食草とするハダニとしてカタバミハダニ（*Tetranychina harti* Ewing）が知られている。夏場の乾燥した高温にさらされたカタバミの葉には、多数の白斑が存在する（写真7）。これはカタバミハダニやその他のハダニ類が葉肉の細胞を食害した痕跡である。カタバミハダニによる食害を受けるため、特に夏季はカタバミを戸外で栽培するのはかなり困難である。また、室内でカタバミを栽培しているときには、野外のカタバミを室内に持ち込むとハダニも同時に持ち込むことになるので、持ち込む鉢植えは一時隔離の上、殺ダニ剤（バロックフロアブルはカタバミに葉害を及ぼさない）でハダニを駆除する必要がある。

オンシツコナジラミ— オンシツコナジラミ（*Trialeurodes vaporariorum* Westwood）も防除の難しい害虫である。ハダニよりは大きいのでピンセットなどで成虫や幼虫、あるいは卵を見つけ次第取り除いていけば、防除が可能である。農薬による防除はモレスタン水和剤の散布が効果的であった。

ヤマトシジミ— ヤマトシジミ（*Zizeeria maha* Kollar）はカタバミを食草としている。戸外でカタバミを栽培していると、葉に白い筋状の食痕が生じる。これは、ヤマトシジミの幼虫が葉面を這いながら食害した跡である。目をこらして探せば葉に似た色の長さ数mmの幼虫が見つかる。1匹ずつ手で除去すればよいだろう。

雄性不稔のカタバミHD株の分譲が可能です。渥美までご連絡下さい。個体数の増殖に時間が掛かるので、十分な余裕を見てお知らせ下さい。また、人的な余裕がありませんので、栽培などにご協力をお願いすることがあります。

参考文献

- Ainsworth C., Parker J., Buchanan-Wollaston V. (1998) Sex determination in plants. **Cur. Top. Dev. Biol.**, 38: 167-223
- Cronquist, A. (1981) "The Evolution and Classification of Flowering Plants. Second Edition" The New York Botanical Garden, New York.
- Dellaporta S.L., Calderon-Urrea A. (1993) Sex Determination in Flowering Plants. **Plant Cell**, 5, 1241-1251.
- Kaul, M.L.H. (1988) "Male Sterility in Higher Plants." Springer-Verl. Berlin
- Nitsch, J.P., E.B. Kurtz, Jr., J.L. Liverman, Went, F.W. (1952) The development of sex expression in cucurbit flowers. **Amer. J. Bot.** 39: 32-43.
- Nohara, S., (1915) Genetical studies on Oxalis. **J. Coll. Agricul.**, VI: 165-182.
- Shinjo C. (1969) Cytoplasmic male sterility in cultivated rice *Oryza sativa* L. II. The inheritance of male sterility. **Jpn. J. Genet.** 44:149-156
- Whitaker, T.W. (1931) Sex ratio and sex expression in the cultivated cucurbits. **Amer. J. Bot.** 18: 359-366.
- 早瀬 広司 (1956) 「南瓜属の交雑に関する研究Ⅶ. 柱頭において花粉が発芽開始する時刻と葯の開裂」
遺伝学雑誌 5: 49-55.
- (1974) 「カボチャ=生育のステージと生理, 生態Ⅲ 雌花, 雄花の分化」 **農業技術大系野菜編** 第5巻 基 55-69
- 松田 敦 (1999) 「カタバミを使った遺伝教材開発」 兵庫教育大学大学院修士論文。
- 森尾 勉 (2002) 「カタバミの雄性不稔の研究」 兵庫教育大学大学院修士論文。

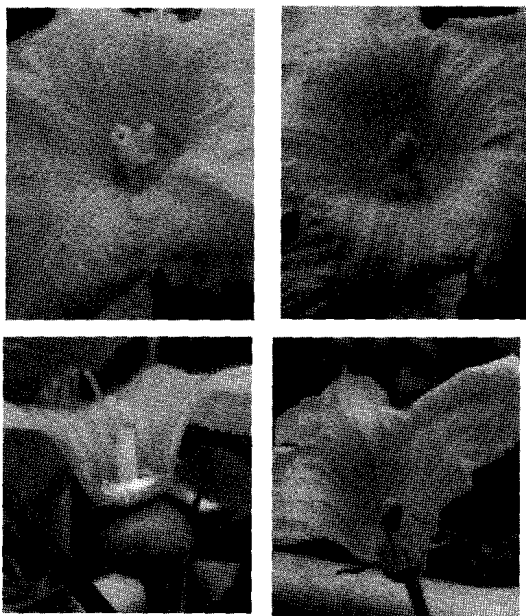


写真1. オモチャカボチャの雌花(右)と雄花(左)。雌花のめしべも、雄花のおしべも花の中心に存在する(上)。内部を見ると、雌花のめしべの周りには初期に発生を停止したおしべの痕跡が3つ見える。雄花のおしべは、基部の花糸がめしべの痕跡を取り囲むように円形に配置している(下)。



写真2. 開花直後のオモチャカボチャの花。26℃、14 時間明期の長日条件下で栽培したオモチャカボチャを明期の始まり(日出に相当する)直後に撮影した。すでに萎れ始めている花が存在する(左から2 番目の花)。



写真3. (左) 野生型の花と(右) 雄性不稔のHD 株の花。アカカタバミと呼ばれている赤葉のカタバミは、花の中心に赤紫色の蛇目(アイ)が存在する。アカカタバミとHD 株の花は、柱頭がおしべよりも高い位置に来る長花柱である。

写真5. 不織布で作成した防虫キャップをかぶせたHD 株。このような防虫キャップを用いると訪問昆虫による望まれない受粉を防ぐことが出来るだけでなく、ハダニなどの予防になる。



写真4. 雄性不稔のカタバミを用いた交配の操作。花粉を持つ花を切り取り雄性不稔の株の花に押しつけるようにして受粉させる。

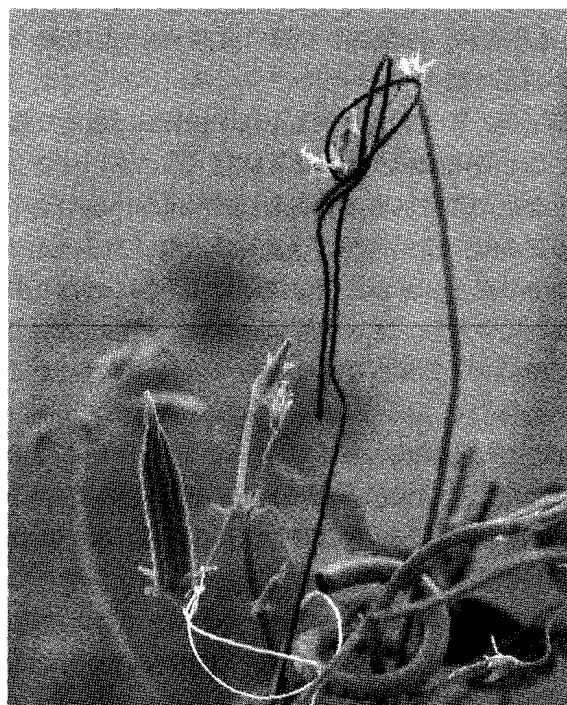


写真6. 雄性不稔 HD 株では、人工授粉した花は結実したが(白糸)、受粉させなかった花は全て枯れた。

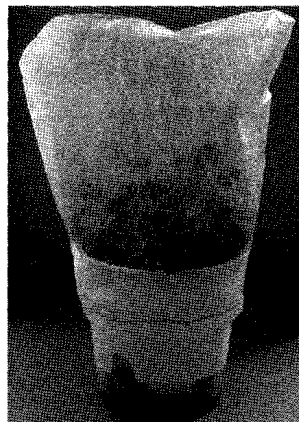


写真7. カタバミハダニとハダニの食害を受けたカタバミの葉。